

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 07-123706

(43)Date of publication of application : 12.05.1995

(51)Int.Cl. H02M 3/155

(21)Application number : 05-287277

(71)Applicant : CANON INC

(22)Date of filing : 25.10.1993

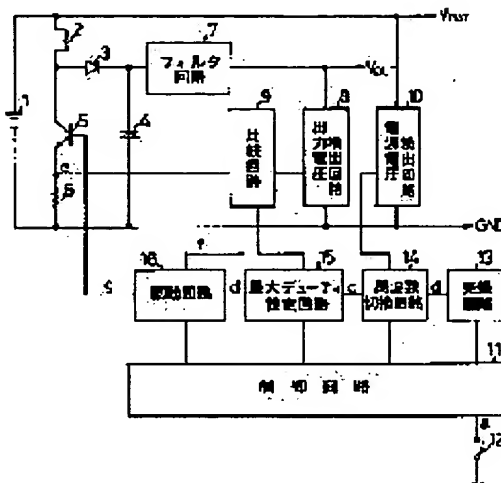
(72)Inventor : OTSUKA MASANORI
KITANI KAZUNARI

(54) DC-DC CONVERTER

(57)Abstract:

PURPOSE: To prevent the breakdown or deterioration of the switching means of a DC-DC converter while the output voltage and output current of the converter are maintained at prescribed levels.

CONSTITUTION: A DC-DC converter is provided with a power supply voltage detecting means 10 which detects the power supply voltage of the converter, frequency switching means 14 which changes the turning-on/off frequencies of switching means 5 and 16 in accordance with the power supply voltage detected by means of the detecting means 10 and the turning-on/off frequencies of the switching means 5 and 16, namely, the turning-on/off frequencies of the DC-DC converter are switched based on the power supply voltage when the converter starts operations.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 23.10.2000

[Date of sending the examiner's decision of rejection] 28.08.2002

[Kind of final disposal of application other than the
examiner's decision of rejection or application
converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of
rejection][Date of requesting appeal against examiner's decision
of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平7-123706

(43) 公開日 平成7年(1995)5月12日

(51) Int.Cl.⁶

H 0 2 M 3/155

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

H 8726-5H

F 8726-5H

K 8726-5H

P 8726-5H

審査請求 未請求 請求項の数 7 F D (全 22 頁)

(21) 出願番号 特願平5-287277

(22) 出願日 平成5年(1993)10月25日

(71) 出願人 000001007

キヤノン株式会社

東京都大田区下丸子3丁目30番2号

(72) 発明者 大塚 正典

東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤ

ノン株式会社内

(72) 発明者 木谷 一成

東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤ

ノン株式会社内

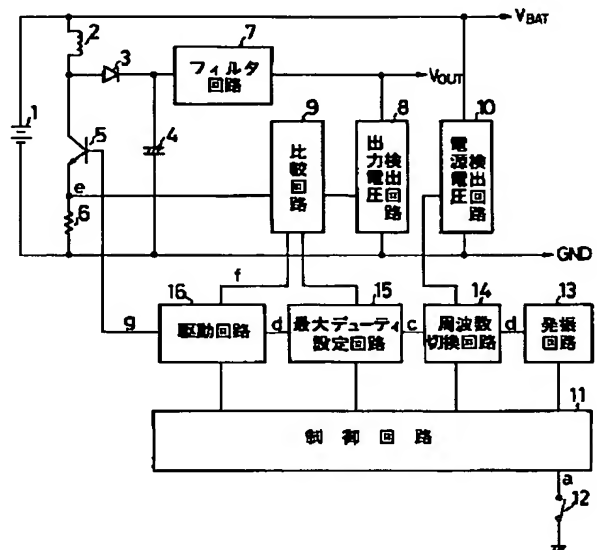
(74) 代理人 弁理士 中村 稔

(54) 【発明の名称】 DC/DCコンバータ

(57) 【要約】

【目的】 所定の出力電圧や出力電流を確保しつつ、スイッチング手段の破壊や劣化を防ぐ。

【構成】 電源電圧を検出する電源電圧検出手段10と、該電源電圧検出手段にて検出された電源電圧に応じてスイッチング手段5、16のオン、オフの周波数を変える周波数切換手段14とを設け、DC/DCコンバータの動作開始時の電源電圧に基づいて、スイッチング手段のオン、オフ、つまりDC/DCコンバータのオン、オフの周波数を切り換えるようにしている。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 所定のインダクタンスを有するコイルと、該コイルに直列に接続されるスイッチング手段と、電源が供給されて前記コイルに発生するエネルギーを蓄積する蓄積手段と、該蓄積手段に蓄積されたエネルギーを出力電圧として検出する出力電圧検出手段と、該出力電圧検出手段にて検出された電圧を所定電圧になるように前記スイッチング手段を駆動する制御手段とを備えた DC/DC コンバータにおいて、前記制御手段内に、電源電圧を検出する電源電圧検出手段と、該電源電圧検出手段にて検出された電源電圧に基づいて前記スイッチング手段のオン、オフの周波数を変える周波数切換手段とを設けたことを特徴とする DC/DC コンバータ。

【請求項 2】 所定のインダクタンスを有するコイルと、該コイルに直列に接続されるスイッチング手段と、電源が供給されて前記コイルに発生するエネルギーを蓄積する蓄積手段と、該蓄積手段に蓄積されたエネルギーを出力電圧として検出する出力電圧検出手段と、該出力電圧検出手段にて検出された電圧を所定電圧になるように前記スイッチング手段を駆動する制御手段とを備えた DC/DC コンバータにおいて、前記制御手段内に、電源電圧を検出する電源電圧検出手段と、該電源電圧検出手段にて検出された電源電圧に基づいて前記スイッチング手段のオン、オフの最大デューティを変える最大デューティ設定手段とを設けたことを特徴とする DC/DC コンバータ。

【請求項 3】 所定のインダクタンスを有するコイルと、該コイルに直列に接続されるスイッチング手段と、前記コイルへ流れる電流を検出する電流検出手段と、電源が供給されて前記コイルに発生するエネルギーを蓄積する蓄積手段と、該蓄積手段に蓄積されたエネルギーを出力電圧として検出する出力電圧検出手段と、該出力電圧検出手段にて検出された電圧と所定電圧との差に相当する電流を前記コイルに流すべく、前記スイッチング手段を駆動する制御手段とを備えた DC/DC コンバータであって、前記制御手段内に、電源電圧を検出する電源電圧検出手段と、該電源電圧検出手段の出力に基づいて前記出力電圧検出手段にて検出される出力電圧に related した電圧に補正をかけ、この補正された電圧と前記コイル電流に相当した電圧に応じて前記スイッチング手段を制御するスイッチング制御手段とを設けたことを特徴とする DC/DC コンバータ。

【請求項 4】 所定のインダクタンスを有するコイルと、該コイルに直列に接続されるスイッチング手段と、電源が供給されて前記コイルに発生するエネルギーを蓄積する蓄積手段と、該蓄積手段に蓄積されたエネルギーを出力電圧として検出する出力電圧検出手段と、該出力電圧検出手段にて検出された電圧を所定電圧になるように前記スイッチング手段を駆動する制御手段とを備えた DC/DC コンバータにおいて、前記制御手段内に、こ

の DC/DC コンバータの動作開始に連動して計時動作を開始するカウント手段と、該カウント手段の出力に応じて前記スイッチング手段のオン、オフの周波数を変える周波数切換手段とを設けたことを特徴とする DC/DC コンバータ。

【請求項 5】 所定のインダクタンスを有するコイルと、該コイルに直列に接続されるスイッチング手段と、電源が供給されて前記コイルに発生するエネルギーを蓄積する蓄積手段と、該蓄積手段に蓄積されたエネルギーを出力電圧として検出する出力電圧検出手段と、該出力電圧検出手段にて検出された電圧を所定電圧になるように前記スイッチング手段を駆動する制御手段とを備えた DC/DC コンバータにおいて、前記制御手段内に、この DC/DC コンバータの動作開始に連動して計時動作を開始するカウント手段と、該カウント手段の出力に応じて前記スイッチング手段のオン、オフの最大デューティを変える最大デューティ設定手段とを設けたことを特徴とする DC/DC コンバータ。

【請求項 6】 所定のインダクタンスを有するコイルと、該コイルに直列に接続されるスイッチング手段と、前記コイルへ流れる電流を検出する電流検出手段と、電源が供給されて前記コイルに発生するエネルギーを蓄積する蓄積手段と、該蓄積手段に蓄積されたエネルギーを出力電圧として検出する出力電圧検出手段と、該出力電圧検出手段にて検出された電圧を所定電圧になるように前記スイッチング手段を駆動する制御手段とを備えた DC/DC コンバータであって、前記制御手段内に、この DC/DC コンバータの動作開始に連動して計時動作を開始するカウント手段と、該カウント手段の出力に応じて前記出力電圧検出手段にて検出される出力電圧に related した電圧に補正をかけ、この補正された電圧と前記コイル電流に相当した電圧に応じて前記スイッチング手段を制御するスイッチング制御手段とを設けたことを特徴とする DC/DC コンバータ。

【請求項 7】 所定のインダクタンスを有するコイルと、該コイルに直列に接続されるスイッチング手段と、電源が供給されて前記コイルに発生するエネルギーを蓄積する蓄積手段とを備えた DC/DC コンバータにおいて、前記コイルへ流れる電流に related する電流を検出する電流検出手段と、該電流検出手段からの出力が所定の電流値より大きいことを検知する検知手段と、該検知手段による検知により、前記スイッチング手段を強制的にオフにするスイッチング制御手段とを設けたことを特徴とする DC/DC コンバータ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、電池等の直流電源の電圧を所定の電圧まで昇降圧して出力する DC/DC コンバータの改良に関するものである。

【0002】

【従来の技術】従来より、DC/DCコンバータは電池あるいは直流電源が搭載されているシステムにおいて広く使用されている。この種のDC/DCコンバータの例を図19に示す。

【0003】図19において、1は電源であるところの電池、2は電池1に接続され所定のインダクタンスを有するコイル、3はコイル2の一端に接続された逆流防止用ダイオード、4はダイオード3のアノード側に接続されたDC/DCコンバータの出力コンデンサ、5はコイル2をオン/オフさせる為のスイッチングトランジスタ、6はスイッチングトランジスタ5に流れる電流を検出する電流検出用抵抗、7はダイオード3のアノード及びコンデンサ4に接続され、出力電圧を平滑するフィルタ回路である。

【0004】8は前記フィルタ回路7の出力電圧 V_{out} を検出する出力電圧検出回路であり、ここから出力される電圧は前記出力電圧 V_{out} が低い時に高くなり、該出力電圧 V_{out} が高くなると低くなるようになっている。9は出力電圧検出回路8からの電圧と電流検出用抵抗6の電圧とを比較し、両者が反転することにより（前者の電圧が後者の電圧よりも低くなることにより）ハイレベルの信号（比較信号）を出力する比較回路、11は後述の操作スイッチ12のオン/オフを検出して発振回路13を駆動したり停止したりする制御回路、12はDC/DCコンバータ起動用の操作スイッチ、20は前記発振回路13からの信号を分周する分周回路、15は前記スイッチングトランジスタ15をオンさせる最大デューティを設定する最大デューティ設定回路、16は前記最大デューティ設定回路15からの信号入力によりスイッチングトランジスタ15をオンさせ、その後最大デューティ時間が経過するか、あるいは、前記比較回路9から信号が入力することにより、該スイッチングトランジスタ15をオフにする駆動回路である。

【0005】上記構成において、スイッチングトランジスタ15のオン時のDC/DCコンバータの出力電圧 V_{out} は出力電圧検出回路8にて検出される。比較回路9は、この出力電圧検出回路8にて検出された出力電圧 V_{out} に相関する電圧とコイル電流に相当した電流値を電流検出用抵抗6にて変換される電圧とを比較し、両者が反転する事により駆動回路16に信号を送る。駆動回路16はこの信号を受けることにより、スイッチングトランジスタ5をオフさせる。

【0006】上記動作が何度か繰り返されると、出力電圧 V_{out} は徐々に上昇していき、所定の電圧値に達する。

【0007】この様に構成されたDC/DCコンバータでは、スイッチング電流を直接検出して制御するという方式をとっている為に、最大突入電流を規制し易く、且つスイッチングトランジスタ5のオン、オフのデューティの分解能は事実上無限大（ノイズレベル）である為に

リップル等にも優れ、非常に便利なものである。

【0008】この様なDC/DCコンバータにおいて、電源は携帯性に便利な電池である場合が多く、また最近の傾向として、小型、軽量の為に低電圧にて所定の出力電圧、出力電流をとれるようにする必要があった。

【0009】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上記従来例では、低電圧にて所定の出力電圧、出力電流をとれる様になっている為に、電池1を交換した際、あるいは、出力電圧 V_{out} が0VからDC/DCコンバータを起動した際には、定常時の出力電流を供給する為に流す突入電流よりもはるかに大きな突入電流が、該出力電圧 V_{out} が所定電圧に安定するまで、電池1、コイル2、スイッチングトランジスタ5、電流検出用抵抗6に流れ続け、電気部品を破壊してしまうことがしばしばあった。特にコイル2は所定値以上の電流が流れると磁気飽和を起し、インダクタンス成分が「0」に近くなるので、事実上電源ショートと同等の現象になり、スイッチングトランジスタ5が破壊されたり、劣化してしまったりしていた。

【0010】これを回避する為に、0V時に突入電流を抑えるように出力電圧検出回路8を設定すると、前記低電圧にて所定出力電圧で所定出力電流がとれなくなったり、また、定常状態になった後で出力側に負荷変動があると、出力電圧が大幅に変化してしまうという問題点があった。

【0011】（発明の目的）本発明の目的は、所定の出力電圧や出力電流を確保しつつ、スイッチング手段の破壊や劣化を防ぐことのできるDC/DCコンバータを提供することである。

【0012】

【課題を解決するための手段】本発明は、出力電圧検出手段にて検出された電圧を所定電圧になるようにスイッチング手段を駆動する制御手段内に、電源電圧を検出する電源電圧検出手段と、該電源電圧検出手段にて検出された電源電圧に基づいて前記スイッチング手段のオン、オフの周波数を変える周波数切換手段とを設け、また、電源電圧を検出する電源電圧検出手段と、該電源電圧検出手段にて検出された電源電圧に基づいて前記スイッチング手段のオン、オフの最大デューティを変える最大デューティ設定手段とを設け、また、電源電圧を検出する電源電圧検出手段と、該電源電圧検出手段の出力に基づいて前記出力電圧検出手段にて検出される出力電圧に相関した電圧に補正をかけ、この補正された電圧と前記コイル電流に相当した電圧に応じて前記スイッチング手段を制御するスイッチング制御手段とを設け、DC/DCコンバータの動作時の電源電圧に基づいて、スイッチング手段のオン、オフ、つまりDC/DCコンバータのオン、オフの周波数、あるいは、オンさせておく最大デューティを切り換えたり、出力電圧に相関した電圧に補正

をかけるようにしている。

【0013】また、本発明は、出力電圧検出手段にて検出された電圧を所定電圧になるようにスイッチング手段を駆動する制御手段内に、このDC/DCコンバータの動作開始に連動して計時動作を開始するカウント手段と、該カウント手段の出力に応じて前記スイッチング手段のオン、オフの周波数を変える周波数切換手段とを設け、また、このDC/DCコンバータの動作開始に連動して計時動作を開始するカウント手段と、該カウント手段の出力に応じて前記スイッチング手段のオン、オフの最大デューティを変える最大デューティ設定手段とを設け、また、このDC/DCコンバータの動作開始に連動して計時動作を開始するカウント手段と、該カウント手段の出力に応じて前記出力電圧検出手段にて検出される出力電圧に相関した電圧に補正をかけ、この補正された電圧と前記コイル電流に相当した電圧に応じて前記スイッチング手段を制御するスイッチング制御手段とを設け、例えばDC/DCコンバータの動作開始の後、出力電圧が安定するまでの間（所定電圧に達するまでの間）をカウントするカウント手段の出力に基づいて、スイッチング手段のオン、オフ、つまりDC/DCコンバータのオン、オフの周波数、あるいは、オンさせておく最大デューティを切り換えたり、出力電圧に相関した電圧に補正をかけるようにしている。

【0014】また、本発明は、コイルへ流れる電流に相関する電流を検出する電流検出手段と、該電流検出手段からの出力が所定の電流値より大きいことを検知する検知手段と、該検知手段による検知により、スイッチング手段を強制的にオフにするスイッチング制御手段とを設け、コイルへ流れる電流に相関する電流が所定の電流値を超える場合は、スイッチング手段を強制的にオフにするようにしている。

【0015】

【実施例】以下、本発明を図示の実施例に基づいて詳細に説明する。

【0016】図1は本発明の第1の実施例におけるDC/DCコンバータの概略構成を示すブロック図であり、上記の図19と同じ機能を持つ部分は同一符号を付し、その説明の大部分は省略する。

【0017】図1において、10は電池1のプラス側に接続され、電源電圧 V_{BAT} を検出する電源電圧検出回路、14は発振回路13からのクロック信号（b）を分

$$I = V_{BAT} / L \times t_{ON}$$

で示される式に概略そって突入電流が流れる。なお、Iはコイル2、すなわちスイッチングトランジスタ5及び電流検出用抵抗6に流れる突入電流、Lはコイル2のインダクタンス、 t_{ON} はスイッチングトランジスタ5がオンしている時間である。

【0023】図2では、電源電圧 V_{BAT} が比較的高い、すなわち電圧eの傾きは急峻であるが、電源電圧検出

周すると共に、前記電源電圧検出回路10からの出力に応じてこの分周出力を切り換える周波数切換回路、15は前記周波数切換回路14からの出力（c）を受けてスイッチングトランジスタ5のオン期間、オフ期間の最大デューティを設定する最大デューティ設定回路、16は前記最大デューティ設定回路15及び比較回路9からの出力（d、f）により直接スイッチングトランジスタ5を駆動する駆動回路である。

【0018】この様に構成されたDC/DCコンバータの動作を、図2及び図3のタイミングチャートを用いながら説明する。

【0019】初めに、電池1の電圧 V_{BAT} が比較的高い時の動作について、図2のタイミングチャートを用いて説明する。

【0020】まず、DC/DCコンバータ起動用の操作スイッチ12がオンされると、信号aがハイレベルからロウレベルへと変化する。これにより、制御回路11より発振開始信号が発振回路13に送られ、発振回路13は発振を開始する（信号b）。それと同時に電源電圧検出回路10は電池1の電圧 V_{BAT} を検出し、この結果を周波数切換回路14へ信号を送る。周波数切換回路14は前記発振回路13からのクロック信号bを分周すると共に、前記電源電圧検出回路10からの出力によりスイッチングトランジスタ5をオン、オフさせる周波数を切換え、これを最大デューティ設定回路15に送る。今回は電源電圧 V_{BAT} が高い為に比較的高い周波数が選ばれている（図2の信号c参照）。最大デューティ設定回路15はスイッチングトランジスタ5のオン期間、オフ期間の最大デューティを設定し、これを信号dとして駆動回路16に送る。

【0021】一方、DC/DCコンバータ起動前は、スイッチングトランジスタ5がオフしており、電池1、コイル2、ダイオード3、フィルタ回路7を介してある電圧が出力電圧 V_{OUT} として出力されている。この出力電圧 V_{OUT} は出力電圧検出回路8にて検出され、該出力電圧 V_{OUT} に相関した電圧（ V_{OUT} が低い程に高くなり、該高い程低くなる電圧）が出力される。比較回路9はこの値とコイル電流に相当した電流値を電流検出用抵抗6にて電圧値に変換した値と比較する。

【0022】ここで、DC/DCコンバータが起動されると、スイッチングトランジスタ5がオンし、

..... (1)

路10、周波数切換回路14により t_{ON} を短く設定して、突入電流がコイル2の磁気飽和電流、スイッチングトランジスタ5の最大定格を超えることのないように設定してある。また、出力電圧検出回路8からの出力電圧は出力電圧 V_{OUT} がほぼ0Vな為、高い値になっており、コイル電流もそれに応じて大きくならなければならないが、最大デューティの t_{ON} 時間によりそれ以前にて

通電が打ち切られる。

【0024】最大デューティ設定回路15よりの信号dにより t_{ON} 時間後にスイッチングトランジスタ5がオフされると、コイル2は電流を流そうと働き、ダイオード3を介してコンデンサ4側に電流が流れる。すると出力電圧 V_{OUT} は若干上昇する。

【0025】そして、次のサイクルに入り、スイッチングトランジスタ5は再びオンし、以下同様の動作を繰り返す。

【0026】上記動作が何度か繰返されると、出力電圧 V_{OUT} は徐々に上昇していく(図2参照)。出力電圧検出回路8は前述した様にこの電圧を検出し、これに

関連した電圧を出力しており、比較回路9はこの値と上記(1)式で求められる電流に相当した電圧eとを比較する。ここで、前記出力電圧検出回路8は出力電圧 V_{OUT} が前回よりも高くなっている為、前回よりも低い電圧を出力しており、従って、比較回路9はより低い電圧値、つまりより低い電流値にて比較信号を出力するようになる。そして、上記(1)式のコイル電流よりも小さくなっていく。すると、比較回路9の出力信号fにより、たとえ最大デューティ期間内であっても駆動回路9はスイッチングトランジスタ5をオフにするようになる。

【0027】この実施例におけるDC/DCコンバータは以上の様に動作し、電源電圧 V_{BAT} が高い場合には充分な出力電圧と出力電流がとれるうえに、突入電流は抑えられ、素子の劣化や破壊等は無くなる。

【0028】次に、電池1の電圧 V_{BAT} が低い場合の動作について、図3のタイミングチャートを用いて説明する。

【0029】まず、DC/DCコンバータ起動用の操作スイッチ12がオンされると、信号aがハイレベルからロウレベルへと変化する。これにより、制御回路11より発振開始信号が発振回路13に送られ、発振回路13は発振を開始する(信号b)。それと同時に電源電圧検出回路10は電池1の電圧 V_{BAT} を検出し、この結果を周波数切換回路14へ信号を送る。周波数切換回路14は前記発振回路13からのクロック信号bを分周すると共に、前記電源電圧検出回路10からの出力によりスイッチングトランジスタ5をオン、オフさせる周波数を切

換え、これを最大デューティ設定回路15に送る。今回は電源電圧 V_{BAT} が低い為に比較的低い周波数が選ばれている(図3の信号c参照)。最大デューティ設定回路15はスイッチングトランジスタ5のオン期間、オフ期間の最大デューティを設定し、これを信号dとして駆動回路16に送る。

【0030】一方、DC/DCコンバータ起動前は、スイッチングトランジスタ5がオフしており、電池1、コイル2、ダイオード3、フィルタ回路7を介してある電圧が出力電圧 V_{OUT} として出力されている。この出力電圧 V_{OUT} は出力電圧検出回路8にて検出され、該出力電

圧 V_{OUT} に関連した電圧として出力される。比較回路9はこの値とコイル電流に相当した電流値を電流検出用抵抗6にて電圧値に変換した値と比較する。

【0031】ここで、DC/DCコンバータが起動されるとスイッチングトランジスタ5はオンし、上記の

(1)式で示される式に概略そって突入電流が流れる。

【0032】図3では、電源電圧 V_{BAT} が低い、すなわち電圧の傾きが緩い為に、電源電圧検出回路10、周波数変換回路14により t_{ON} を長く設定されていても、突入電流としては所定の値に制限することができるように設定してある。この時の突入電流は電源電圧 V_{BAT} が高い時とはほぼ同程度流すことができる為、所定の出力電圧、出力電流をとることも可能である。

【0033】最大デューティ設定回路15により t_{ON} 時間後にスイッチングトランジスタ5がオフされると、コイル2は電流を流そうと働き、ダイオード3を介してコンデンサ4側に電流が流れる。すると出力電圧 V_{OUT} は若干上昇する。

【0034】そして、次のサイクルに入り、スイッチングトランジスタ5は再びオンし、以下同様の動作を繰り返す。

【0035】上記動作が何度か繰返されると、出力電圧 V_{OUT} は徐々に上昇していく(図3参照)。出力電圧検出回路8は前述した様にこの電圧を検出し、これに応じた電圧を出力しており、比較回路9はこの値と上記

(1)式で求められる電流に相当した電圧eとを比較する。ここで、前記出力電圧検出回路8は出力電圧 V_{OUT} が前回よりも高くなっている為、前回よりも低い電圧を出力しており、従って、比較回路9はより低い電圧値、つまりより低い電流値にて比較信号を出力するようになる。そして、上記(1)式のコイル電流よりも小さくなっていく。すると、比較回路9の出力信号fにより、たとえ最大デューティ期間内であっても駆動回路9はスイッチングトランジスタ5をオフにする。この動作は出力電圧が目標とする所定電圧になるまで続くと共に、安定後も出力電流に相当した電流を毎回供給するように働く。

【0036】以上の様に、電源電圧が低い場合には、スイッチングトランジスタ5をオン、オフする周波数が低くなるので、突入電流としては所定値以内に抑えながらも、安定した出力電圧にて必要な出力電流を供給することができる。

【0037】尚、この実施例では、コイルを用いたDC/DCコンバータについて説明したが、これをトランス型DC/DCコンバータとしても同様の効果を得ることができる。

【0038】また、周波数切換回路にて周波数を1回分周した例と2回分周した例を示したが、これに限定されるものではない。

【0039】更に、電源電圧が高い場合、及び低い場合

10

20

30

40

50

の2つの場合のみを示したが、この区別が複数、あるいは無段階であったとしても、同様の効果を得ることができる。

【0040】(第2の実施例) 図4は本発明の第2の実施例におけるDC/DCコンバータの概略構成を示すブロック図であり、図1と同じ機能を持つ部分は同一符号を付してある。

【0041】図1の構成と異なる部分は、電源電圧検出回路10からの出力が、周波数切換回路14ではなく、最大デューティ設定回路15に入力されている点であり、この信号によって最大デューティを変えるようにしている。

【0042】この様に構成されたDC/DCコンバータの動作を、図5及び図6のタイミングチャートを用いながら説明する。

【0043】初めに、電池1の電圧 V_{BAT} が比較的高い時の動作について、図5のタイミングチャートを用いて説明する。

【0044】まず、DC/DCコンバータ起動用の操作スイッチ12がオンされると、信号aがハイレベルからロウレベルへと変化する。これにより、制御回路11より発振開始信号が発振回路13に送られ、発振回路13は発振を開始する(信号b)。この信号bが入力する周波数切換回路14はこれを所定の周波数に分周し、信号cとして最大デューティ設定回路15に送る。また、これと同時に電源電圧検出回路10は電池1の電圧 V_{BAT} を検出しており、この結果を最大デューティ設定回路15に送る。最大デューティ設定回路15は上記電源電圧検出回路10からの出力によりスイッチングトランジスタ5のオン期間、オフ期間の最大デューティを設定し、これを信号dとして駆動回路16に送る。今回は電源電圧 V_{BAT} が高い為に比較的低いデューティ比が選ばれている。

【0045】一方、DC/DCコンバータ起動前は、スイッチングトランジスタ5がオフしており、電池1、コイル2、ダイオード3、フィルタ回路7を介してある電圧が出力電圧 V_{OUT} として出力されている。この出力電圧 V_{OUT} は出力電圧検出回路8にて検出され、該出力電圧 V_{OUT} に相関した電圧(V_{OUT} が低い程に高くなり、該高い程低くなる電圧)として出力される。比較回路9はこの値とコイル電流に相当した電流値を電流検出用抵抗6にて電圧値に変換した値と比較する。

【0046】ここで、DC/DCコンバータが起動されるとスイッチングトランジスタ5はオンし、上記の

(1)式で示される式に概略そって突入電流が流れる。

【0047】図5では、電源電圧 V_{BAT} が高い、すなわち電圧eの傾きは急であり、通常制御ではコイル2に流れる電流も増加するが、その分電源電圧検出回路10、最大デューティ設定回路15により最大デューティを低い値に設定しているため、 t_{ON} が短くなり、所定の突入

電流に抑えられている。

【0048】この最大デューティ設定回路15により t_{ON} 後にスイッチングトランジスタ5がオフされると、コイル2は電流を流そうと働き、ダイオード3を介してコンデンサ4側に電流が流れる。すると出力電圧 V_{OUT} は若干上昇する。

【0049】そして、次のサイクルに入り、スイッチングトランジスタ5は再びオンし、以下同様の動作を繰返す。

【0050】上記動作が何度か繰返されると、出力電圧 V_{OUT} は徐々に上昇していく(図5参照)。出力電圧検出回路8は前述した様にこの電圧を検出し、これに応じた電圧を出力しており、比較回路9はこの値と上記

(1)式で求められる電流に相当した電圧eとを比較する。ここで、前記出力電圧検出回路8は出力電圧 V_{OUT} が前回よりも高くなっている為、前回よりも低い電圧を出力しており、従って、比較回路9はより低い電圧値、つまりより低い電流値にて比較信号を出力するようになる。そして、上記(1)式のコイル電流よりも小さくなっていく。すると、比較回路9の出力信号fにより、たとえ最大デューティ期間内であっても駆動回路9はスイッチングトランジスタ5をオフにするようになる。

【0051】この第2の実施例におけるDC/DCコンバータは以上の様に動作し、電源電圧が高い為に最大デューティを比較的低くしても充分な出力電圧と出力電流がとれるうえに、突入電流は抑えられ、素子の劣化や破壊等は無くなる。

【0052】次に、電池1の電圧 V_{BAT} が低い場合の動作について、図6のタイミングチャートを用いて説明する。

【0053】まず、DC/DCコンバータ起動用の操作スイッチ12がオンされると、信号aがハイレベルからロウレベルへと変化する。これにより、制御回路11より発振開始信号が発振回路13に送られ、発振回路13は発振を開始する(信号b)。この信号bが入力する周波数切換回路14はこれを所定の周波数に分周し、信号cとして最大デューティ設定回路15に送る。また、これと同時に電源電圧検出回路10は電池1の電圧 V_{BAT} を検出しており、この結果を最大デューティ設定回路15に送る。最大デューティ設定回路15は上記電源電圧検出回路10からの出力によりスイッチングトランジスタ5のオン期間、オフ期間の最大デューティを設定し、これを信号dとして駆動回路16に送る。今回は電源電圧 V_{BAT} が低い為に比較的高いデューティ比が選ばれている。

【0054】一方、DC/DCコンバータ起動前は、スイッチングトランジスタ5がオフしており、電池1、コイル2、ダイオード3、フィルタ回路7を介してある電圧が出力電圧 V_{OUT} として出力されている。この出力電圧 V_{OUT} は出力電圧検出回路8にて検出され、該出力電

圧 V_{OUT} に相関した電圧として出力される。比較回路9はこの値とコイル電流に相当した電流値を電流検出用抵抗6にて電圧値に変換した値と比較する。

【0055】ここで、DC/DCコンバータが起動されるとスイッチングトランジスタ5はオンし、上記の

(1)式で示される式に概略そって突入電流が流れる。

【0056】図6では、電源電圧 V_{BAT} が低い、すなわち電圧 e の傾きが緩いので、通常制御ではコイルに流れる電流がとれなくなるが、その分電源電圧検出回路10、最大デューティ設定回路15により最大デューティを高い値に設定しているため、 t_{ON} が長くなり、所定の突入電流に抑えられている。

【0057】この最大デューティ設定回路15により t_{ON} 後にスイッチングトランジスタ5がオフされると、コイル2は電流を流そうと働き、ダイオード3を介してコンデンサ4側に電流が流れる。すると出力電圧 V_{OUT} は若干上昇する。

【0058】そして、次のサイクルに入り、スイッチングトランジスタ5は再びオンし、以下同様の動作を繰返す。

【0059】上記動作が何度か繰返されると、出力電圧 V_{OUT} は徐々に上昇していく(図6参照)。出力電圧検出回路8は前述した様にこの電圧を検出し、これに応じた電圧を出力しており、比較回路9はこの値と上記

(1)式で求められる電流に相当した電圧 e とを比較する。ここで、前記出力電圧検出回路8は出力電圧 V_{OUT} が前回よりも高くなっている為、前回よりも低い電圧を出力しており、従って、比較回路9はより低い電圧値、つまりより低い電流値にて比較信号を出力するようになる。そして、上記(1)式のコイル電流よりも小さくなっていく。すると、比較回路9の出力信号 f により、たとえ最大デューティ期間内であっても駆動回路9はスイッチングトランジスタ5をオフにするようになる。

【0060】以上の様に電源電圧 V_{BAT} が低い場合には、スイッチングトランジスタ5をオフさせている時間が長くなる、すなわち最大デューティが長くなるので、突入電流としては所定値以内に抑えながらも、安定した出力電圧にて必要な電流を供給することができる。

【0061】尚、この実施例においても、コイルを用いたDC/DCコンバータについて説明したが、これをトランス型DC/DCコンバータとしても同様の効果を得ることができる。

【0062】また、最大デューティ設定回路にて最大デューティを50%と75%の場合の例を示したが、これに限定されるものではない。

【0063】更に、電源電圧が高い場合、及び低い場合の2つの場合のみを示したが、この区別が複数、あるいは無段階であったとしても、同様の効果を得ることができる。

【0064】(第3の実施例)図7は本発明の第3の実

施例におけるDC/DCコンバータの概略構成を示すブロック図であり、図1と同じ機能を持つ部分は同一符号を付してある。

【0065】図1及び図4の構成と異なる部分は、電源電圧検出回路10からの出力が比較回路9に入力されている点であり、この信号によって出力電圧検出回路8からのレベルを可変するようにしている。

【0066】すなわち、(1)式において、突入電流が電源電圧 V_{BAT} に比例している為、電源電圧 V_{BAT} が高い場合には、コイル電流に相当した電圧値と比較する出力電圧検出回路8の出力値(以下、この電源電圧に応じて可変された後の出力電圧を比較レベルと記す)を下げることにより、最大デューティになる前にスイッチングトランジスタ5をオフさせるようにし、電源電圧 V_{BAT} が低い場合には、前記比較レベルを上げるることにより、最大デューティまでスイッチングトランジスタ5をオフさせるようにするものである。

【0067】この様に構成されたDC/DCコンバータの動作を、図8及び図9のタイミングチャートを用いながら説明する。

【0068】初めに、電池1の電圧 V_{BAT} が比較的高い時の動作について、図8のタイミングチャートを用いて説明する。

【0069】まず、DC/DCコンバータ起動用の操作スイッチ12がオンされると、信号 a がハイレベルからロウレベルへと変化する。これにより、制御回路11より発振開始信号が発振回路13に送られ、発振回路13は発振を開始する(信号 b)。この信号 b が入力する周波数切換回路14はこれを所定の周波数に分周し、信号 c として最大デューティ設定回路15に送る。最大デューティ設定回路15は上記電源電圧検出回路10からの出力によりスイッチングトランジスタ5のオン期間、オフ期間の最大デューティを設定し、これを信号 d として駆動回路16に送る。

【0070】一方、DC/DCコンバータ起動前は、スイッチングトランジスタ5がオフしており、電池1、コイル2、ダイオード3、フィルタ回路7を介してある電圧が出力電圧 V_{OUT} として出力されている。この出力電圧 V_{OUT} は出力電圧検出回路8にて検出され、該出力電圧 V_{OUT} に相関した電圧(V_{OUT} が低い程に高くなり、該高い程低くなる電圧)として出力される。比較回路9はこの値とコイル電流に相当した電流値を電流検出用抵抗6にて電圧値に変換した値と比較する。その際に、電流電圧検出回路10にて検出された電池電圧 V_{BAT} の値に応じて比較回路9の比較レベルを変化させる。

【0071】図8では、電源電圧 V_{BAT} が比較的高いために比較レベルは低くなっている。すると、本来は出力電圧 V_{OUT} が低い為に出力電圧検出回路8の出力は高くなり、比較回路9はコイル電流が大きくなった際に出力信号 f を発生するが、電源電圧検出回路8の出力は本来

の電圧よりも低い為に小さいコイル電流時に出力信号 f を発生する。そのため、突入電流等による素子の劣化、破壊を起さない。また、電力的には、「 $P = I \cdot V$ 」で示されるように、突入電流は低くなるものの、元々電圧が高いので十分な出力電圧、出力電流を得ることが可能である。

【0072】DC/DCコンバータが起動されるとスイッチングトランジスタ5はオンし、上記の(1)式で示される式に概略そって突入電流が流れる。すると、比較回路9は出力電圧検出回路8からの電圧とコイル電流に相当した電圧 e とを比較するが、電源電圧検出回路10によりその比較レベルは下げられており、その値と等しくなった時点で信号 f が発生する。信号 f が発生すると、駆動回路16は、まだ最大デューティのオフ期間になっていないにもかかわらず、スイッチングトランジスタ5を強制的にオフにする。

【0073】スイッチングトランジスタ5がオフされると、コイル2は電流を流そうと働き、ダイオード3を介してコンデンサ4側に電流が流れる。すると出力電圧 V_{OUT} は若干上昇する。

【0074】そして、次のサイクルに入り、スイッチングトランジスタ5は再びオンし、以下同様の動作を繰返す。そして、出力電圧は目標とする所定の電圧に徐々に近づき、それと共に最大突入電流も徐々に減っていく。

【0075】この様に電源電圧が高い場合には、最大突入電流が低く抑えられるので、素子の劣化、破壊等は発生せず、また電力的には十分な出力電圧、出力電流を得ることができる。

【0076】次に、電池1の電圧 V_{BAT} が低い場合の動作について、図9のタイミングチャートを用いて説明する。

【0077】まず、DC/DCコンバータ起動用の操作スイッチ12がオンされると、信号 a がハイレベルからロウレベルへと変化する。これにより、制御回路11より発振開始信号が発振回路13に送られ、発振回路13は発振を開始する(信号 b)。この信号 b が入力する周波数切換回路14はこれを所定の周波数に分周し、信号 c として最大デューティ設定回路15に送る。最大デューティ設定回路15は上記電源電圧検出回路10からの出力によりスイッチングトランジスタ5のオン期間、オフ期間の最大デューティを設定し、これを信号 d として駆動回路16に送る。

【0078】一方、DC/DCコンバータ起動前は、スイッチングトランジスタ5がオフしており、電池1、コイル2、ダイオード3、フィルタ回路7を介してある電圧が出力電圧 V_{OUT} として出力されている。この出力電圧 V_{OUT} は出力電圧検出回路8にて検出され、該出力電圧 V_{OUT} に関連した電圧として出力される。比較回路9はこの値とコイル電流に相当した電流値を電流検出用抵抗6にて電圧値に変換した値と比較する。その際に、電

流電圧検出回路10にて検出された電池電圧 V_{BAT} の値に応じて比較回路9の比較レベルを変化させる。

【0079】図9では、電源電圧 V_{BAT} が比較的低いために比較レベルは高くなっている。すると、本来は出力電圧 V_{OUT} が低い為に出力電圧検出回路8の出力は高くなるので、比較回路9はコイル電流が大きくなった際に出力信号 f を発生する。従って、電源電圧が低くても、「 $P = I \cdot V$ 」により、コイル電流 I が大きいので、電力的には電源電圧が高い場合と同様に十分な出力電圧、出力電流を得ることができる。また、電源電圧 V_{BAT} が極端に小さくなった場合には、最大デューティ設定回路15によってオン期間が規定される為に、所定以上の突入電流が流れず、素子の劣化、破壊を導くことはなくなる。

【0080】DC/DCコンバータが起動されるとスイッチングトランジスタ5はオンし、上記の(1)式で示される式に概略そってコイル電流が流れる。すると、比較回路9はコイル電流に相当した電圧 e と出力電圧 V_{OUT} に関連した電圧値とを比較するが、図9では電源電圧が低い為に、前述した様にコイル電流が大きくなっており、比較回路9よりの出力信号 f よりも最大デューティのオン期間の方が短い為に、所定のオン期間経過後にスイッチングトランジスタ5はオフされる。

【0081】スイッチングトランジスタ5がオフされると、コイル2は電流を流そうと働き、ダイオード3を介してコンデンサ4側に電流が流れる。すると出力電圧 V_{OUT} は若干上昇する。

【0082】そして、次のサイクルに入り、スイッチングトランジスタ5は再びオンし、以下同様の動作を繰返す。

【0083】上記動作が何度か繰返されると、出力電圧 V_{OUT} は徐々に上昇していく(図9参照)。出力電圧検出回路8は前述した様にこの電圧を検出し、これに応じた電圧を出力しており、比較回路9はこの値と上記

(1)式で求められる電流に相当した電圧 e とを比較する。ここで、前記出力電圧検出回路8は出力電圧 V_{OUT} が前回よりも高くなっている為、前回よりも低い電圧を出力しており、従って、比較回路9はより低い電圧値、つまりより低い電流値にて比較信号を出力するようになる。そして、上記(1)式のコイル電流よりも小さくなっていく。すると、比較回路9の出力信号 f により、たとえ最大デューティ期間内であっても駆動回路9はスイッチングトランジスタ5をオフにするようになる。

【0084】以上の様に、電源電圧 V_{BAT} が低い場合には、最大突入電流の値を大きくするように働くので、電源電圧が低くても所定の出力電圧、出力電流が確保できる。また、極端に電源電圧 V_{BAT} が低い場合でも、最大デューティにてオン期間が規制されている為に、素子の劣化や破壊を招くことはない。

【0085】尚、この実施例においても、コイルを用い

たDC/DCコンバータについて説明したが、これをトランス型DC/DCコンバータとしても同様の効果を得ることができる。

【0086】更に、電源電圧が高い場合、及び低い場合の2つの場合のみを示したが、この区別が複数、あるいは無段階であったとしても、同様の効果を得ることができる。

【0087】以上の第1乃至第3の実施例によれば、電源交換時、及びDC/DCコバータ起動時に、電源電圧を検出しこの値に応じて、DC/DCコンバータのオンオフの周波数、あるいは、オンさせておく最大デューティ、あるいは、出力電圧に相關した電圧とコイル電流に相当する電圧とを比較する比較レベルを切り換えるようにしている為、突入電流を制限することができ、素子の破壊や劣化を防ぐと共に、低い電圧でも所定の出力電圧、出力電流がとることが可能となる。

【0088】また、出力負荷電流が大きく変動しても、出力電圧があまり変化しない、すなわちレギュレート特性の良いDC/DCコンバータを提供可能となる。

【0089】(第4の実施例) 図10は本発明の第4の実施例におけるDC/DCコンバータの概略構成を示すブロック図であり、図1と同じ機能を持つ部分は同一符号を付すと共に、その詳細の大部分は省略する。

【0090】図10において、14は、発振回路13からのクロック信号を幾つかの周波数に分周し、制御回路11によって選択される分周出力を最大デューティ切換回路15へ出力する周波数切換回路、19は駆動回路16からのスイッチングトランジスタ5のオン、オフ動作の回数をカウントするカウンタ回路である。

【0091】この様に構成されたDC/DCコンバータの動作を、図11のタイミングチャートを用いて説明する。

【0092】まず、DC/DCコンバータ起動用の操作スイッチ12がオンされると、信号aがハイレベルからロウレベルへと変化する。これにより、制御回路11より発振開始信号が発振回路13に送られ、発振回路13は発振を開始する(信号b)。このクロック信号bを入力する周波数切換回路14はこれを所定の周波数に分周するが、この際図11の信号cにて示す様に、カウンタ回路19にて所定のカウンタ値がカウントされるまではこの周波数を早く(高く)し、カウントアップ後は周波数を遅く(低く)するように切り換える。この基本周波数cが入力する最大デューティ設定回路15はこれに基づいてスイッチングトランジスタ5のオン期間、オフ期間の最大デューティを設定し、信号dとして駆動回路16に送る。すると、駆動回路16は信号gを出力してスイッチングトランジスタ5を駆動する。

【0093】一方、DC/DCコンバータ起動前は、スイッチングトランジスタ5がオフしており、電池1、コイル2、ダイオード3、フィルタ回路7を介してある電

圧が出力電圧 V_{out} として出力されている。この出力電圧 V_{out} は出力電圧検出回路8にて検出され、該出力電圧 V_{out} に相關した電圧(V_{out} が低い程に高くなり、該高い程低くなる電圧)として出力される。比較回路9はこの値とコイル電流に相当した電流値を電流検出用抵抗6にて電圧値に変換した値と比較する。

【0094】DC/DCコンバータが起動されるとスイッチングトランジスタ5はオンし、上記(1)式で示される式に概略そって突入電流が流れる。

【0095】図11では電源電圧 V_{BAT} は比較的高い状態である。従って、電流Iの上昇傾き、すなわち電圧eの上昇傾きは比較的大きい。ここで、カウンタ回路19が所定のカウンタ値に達するまでは前記周波数切換回路14にて基本周波数は高く設定されるので、 t_{ON} が短くなり、突入電流Iが所定値以内に抑えられる。

【0096】最大デューティ設定回路15により所定時間後にスイッチングトランジスタ5がオフされると、コイル2は電流を流そうと働き、ダイオード3を介してコンデンサ4側に電流が流れる。すると出力電圧 V_{out} は若干上昇する。

【0097】そして、次のサイクルに入り、スイッチングトランジスタ5は再びオンし、以下同様の動作を繰返す。

【0098】上記動作が何度か繰返されると、出力電圧 V_{out} は徐々に上昇していく(図11参照)。出力電圧検出回路8は前述した様にこの電圧を検出し、これに応じた電圧を出力しており、比較回路9はこの値と上記(1)式で求められる電流に相当した電圧eとを比較する。ここで、前記出力電圧検出回路8は出力電圧 V_{out} が前回よりも高くなっている為、前回よりも低い電圧を出力しており、従って、比較回路9はより低い電圧値、つまりより低い電流値にて比較信号を出力するようになる。そして、上記(1)式のコイル電流よりも小さくなっていく。すると、比較回路9の出力信号fにより、たとえ最大デューティ期間内であっても駆動回路9はスイッチングトランジスタ5をオフにするようになる。すると、比較回路9の出力信号fにより、たとえ最大デューティ期間内であっても駆動回路9はスイッチングトランジスタ5をオフにし始める。

【0099】この様な状態になった以降、すなわち、出力電圧 V_{out} が目標とする所定電圧に近づいていくと、カウンタ回路9は信号hを発生する。すると、周波数切換回路14は基本周波数を低くする。従って、最大デューティ設定回路15によってスイッチングトランジスタ5をオンさせる可能最大時間も長くなる。

【0100】ところが、前記説明した様に信号fによりスイッチングトランジスタ5がオフされるから、突入電流は抑えられる。また、最大オン時間が長くなるので、電源電圧 V_{out} が低い場合には突入電流の立上がりの傾きが低くなるが、出力安定後に十分な突入電流を確保で

き、従って十分な出力電流、出力電圧を得ることができる。

【0101】尚、この実施例においても、コイルを用いたDC/DCコンバータについて説明したが、これをトランス型DC/DCコンバータとしても同様の効果を得ることができる。

【0102】また、DC/DCコンバータ起動後のカウンタ回路19からの出力を1種類とし、周波数の切換えを2通りとしたが、勿論これに限定されるものではなく、複数のカウンタ出力により周波数を複数に切換えても、あるいは、連続的に周波数を変えていっても同様の効果を得ることができる。更に、このカウンタ回路19はマイコン等でも良く、マイコン内のカウンタ手段、あるいは、一連のシーケンス終了後に切換え信号を出力しても、同様の効果を得ることができる。

【0103】(第5の実施例)図12は本発明の第5の実施例におけるDC/DCコンバータの概略構成を示すブロック図であり、図10と同じ機能を持つ部分は同一符号を付してある。

【0104】図1と異なる部分は、カウンタ回路19からの出力が最大デューティ設定回路15に入力している点であり、この信号によって最大デューティを切換えるようにしている。

【0105】この様に構成されたDC/DCコンバータの動作を、図13のタイミングチャートを用いて説明する。

【0106】まず、DC/DCコンバータ起動用の操作スイッチ12がオンされると、信号aがハイレベルからロウレベルへと変化する。これにより、制御回路11より発振開始信号が発振回路13に送られ、発振回路13は発振を開始する(信号b)。このクロック信号bを入力する周波数切換回路14はこれを所定の周波数に分周し、最大デューティ設定回路15にその信号cを送る。最大デューティ設定回路15はカウンタ回路19の出力により、スイッチングトランジスタをオン、オフさせる最大デューティを設定し、信号dとして駆動回路16へ送る。この場合、カウンタ回路19の出力信号hの出力前はデューティ「50%」、出力後はデューティ「75%」となっている。この信号を受ける駆動回路16は信号gを出力し、スイッチングトランジスタ5を駆動する。

【0107】一方、DC/DCコンバータ起動前は、スイッチングトランジスタ5がオフしており、電池1、コイル2、ダイオード3、フィルタ回路7を介してある電圧が出力電圧 V_{out} として出力されている。この出力電圧 V_{out} は出力電圧検出回路8にて検出され、該出力電圧 V_{out} に相關した電圧(V_{out} が低い程に高くなり、該高い程低くなる電圧)として出力される。比較回路9はこの値とコイル電流に相当した電流値を電流検出用抵抗6にて電圧値に変換した値と比較する。

【0108】ここで、DC/DCコンバータが起動されるとスイッチングトランジスタ5はオンし、上記(1)式で概略示される突入電流が流れる。DC/DC起動直後はカウンタ回路19からの信号hは起動開始時はロウレベルである為、最大デューティは「50%」となっており、 t_{ON} 時間は比較的短くなっている。従って、電源電圧 V_{BAT} が比較的高い場合でも、すなわち電圧eの傾きが急であっても、 t_{ON} 時間は短いので突入電流は所定値以内に抑えられ、素子の劣化や破壊の心配はなくなる。

【0109】最大デューティ設定回路15により所定時間後にスイッチングトランジスタ5がオフされると、コイル2は電流を流そうと働き、ダイオード3を介してコンデンサ4側に電流が流れる。すると出力電圧 V_{out} は若干上昇する。

【0110】そして、次のサイクルに入りスイッチングトランジスタ5は再びオンし、以下同様の動作を繰返す。

【0111】上記動作が何度か繰返されると、出力電圧 V_{out} は徐々に上昇していく(図13参照)。出力電圧検出回路8は前述した様にこの電圧を検出し、これに応じた電圧を出力しており、比較回路9はこの値と上記

(1)式で求められる電流に相当した電圧eとを比較する。ここで、前記出力電圧検出回路8は出力電圧 V_{out} が前回よりも高くなっている為、前回よりも低い電圧を出力しており、従って、比較回路9はより低い電圧値、つまりより低い電流値にて比較信号を出力するようになる。そして、上記(1)式のコイル電流よりも小さくなっていく。すると、比較回路9の出力信号fにより、たとえ最大デューティ期間内であっても駆動回路9はスイッチングトランジスタ5をオフにするようになる。

【0112】この様に出力電圧 V_{out} が目標とする所定電圧に近づいていくと、カウンタ回路9は信号hを発生する。すると、最大デューティ設定回路15は最大デューティを「50%」から「75%」に切換える(図13の信号d参照)。従って、最大デューティ設定回路15によって駆動回路16を介してスイッチングトランジスタ5をオンさせる最大時間も長くなる。

【0113】ところが、前記説明した様に信号fによりスイッチングトランジスタ5がオフされるから、突入電流は抑えられる。また、最大オン時間が長くなるので不図示の電源電圧 V_{BAT} が低い場合には突入電流の立上がり傾きが低くなるが、時間が長くなるので出力安定後に突入電流が最大値よりオーバーすることなく十分な突入電流を確保でき、従って十分な出力電圧、出力電流を得ることができる。

【0114】尚、この実施例においても、コイルを用いたDC/DCコンバータについて説明したが、これをトランス型DC/DCコンバータとしても同様の効果を得ることができる。

【0115】また、DC/DCコンバータ起動後のカウンタ回路19からの出力を1種類とし、最大デューティの切換えを2通りとしたが、これに限定されるものではなく、複数のカウンタ出力により最大デューティを複数切換えても、あるいは、連続的に切換えても同様の効果を得ることができる。更に、このカウンタ回路19はマイコン等でも良く、マイコン内のカウンタ手段、あるいは、一連のシーケンス終了後に切換え信号を出力しても、同様の効果を得ることができる。

【0116】(第6の実施例) 図14は本発明の第6の実施例におけるDC/DCコンバータの概略構成を示すブロック図であり、図1と同じ機能を持つ部分は同一符号を付してある。

【0117】図10及び図12と異なる部分は、カウンタ回路19からの出力が比較回路9(ここでの比較回路9は図7と同様の機能を持っている)に入力している点であり、この信号によって比較レベルを変えるようにしている。

【0118】すなわち、上記(1)において突入電流が電源電圧 V_{BAT} に比例している為、所定カウント値に達するまでは、出力電圧検出手段8からの出力値とコイル電流に相当した電圧値とを比較する比較レベルを下げることにし、最大デューティになる前にスイッチングトランジスタ5をオフさせるようにし、所定カウント以降は、前記比較レベルを上げることにし、所定の出力電圧にて十分な出力電流を得ようとするものである。

【0119】この様に構成されたDC/DCコンバータの動作を、図15のタイミングチャートを用いて説明する。

【0120】まず、DC/DCコンバータ起動用の操作スイッチ12がオンされると、信号aがハイレベルからロウレベルへと変化する。これにより、制御回路11より発振開始信号が発振回路13に送られ、発振回路13は発振を開始する(信号b)。このクロック信号bを入力する周波数切換回路14はこれを所定の周波数に分周し、最大デューティ設定回路15にその信号cを送る。最大デューティ設定回路15はスイッチングトランジスタ5のオン期間、オフ期間の最大デューティを設定し、これを駆動回路16に送る。すると、駆動回路16は信号gを出力してスイッチングトランジスタ5を駆動する。

【0121】一方、DC/DCコンバータ起動前は、スイッチングトランジスタ5がオフしており、電池1、コイル2、ダイオード3、フィルタ回路7を介してある電圧が出力電圧 V_{OUT} として出力されている。この出力電圧 V_{OUT} は出力電圧検出回路8にて検出され、該出力電圧 V_{OUT} に相関した電圧として出力される。比較回路9はこの値とコイル電流に相当した電流値を電流検出用抵抗6にて電圧値に変換した値と比較する。その際に、カウンタ回路19の出力は出力電圧検出回路8からの出力

電圧を低くするように作用する。

【0122】DC/DCコンバータが起動されるとスイッチングトランジスタ5はオンし、上記(1)式にて概略示される突入電流が流れようになる。すると、本来は出力電圧 V_{OUT} が低い為に出力電圧検出回路8の出力は高くなり、比較回路9はコイル電流が大きくなった際に信号fを発生するが、カウンタ回路19よりの信号により出力電圧検出回路8の出力は本来の電圧よりも低くなり、比較回路9は小さいコイル電流時に信号fを発生する。

【0123】上記信号fにより駆動回路16は、まだ最大デューティのオフ期間になっていないにもかかわらず、スイッチングトランジスタ5を強制的にオフにする。

【0124】尚、電源電圧が低い場合には上記(1)式より、突入電流は所定時間以内に最大突入電流以上にならず、所定の最大デューティオン期間が終了後、スイッチングトランジスタ5をオフにする。

【0125】スイッチングトランジスタ5がオフされるとコイル2は電流を流そうと働き、ダイオード3を介してコンデンサ4側に電流が流れる。すると、出力電圧 V_{OUT} は若干上昇する。

【0126】そして、次のオン期間になるとスイッチングトランジスタ5は再びオンし、以下同様の動作を繰返す。そして出力電圧 V_{OUT} は目標とする所定電圧に徐々に近づき、それと共に突入電流の最大値も徐々に減っていく。

【0127】カウンタ回路19により所定のカウント値までカウントアップされると信号hはハイレベルとなり、比較回路9は出力電圧検出回路8の出力そのままの値と電流検出用抵抗6からの出力(電圧e)とを比較するようになる。すると、本来の設定通りに所定の出力電圧にて十分な出力電流を得ることができ、且つレギュレート特性も良くなる。

【0128】この様に該実施例によれば、DC/DCコンバータ起動時の突入電流の最大値を低く抑えられ、素子の劣化、破壊等の発生がなくなると共に、出力電圧安定後には所定の出力電圧で十分な出力電流を得ることができ、且つ、レギュレート特性の良いDC/DCコンバータとなる。

【0129】尚、この実施例においても、コイルを用いたDC/DCコンバータについて説明したが、これをトランス型DC/DCコンバータとしても同様の効果を得ることができる。

【0130】また、DC/DCコンバータ起動後のカウンタ回路19からの出力を1種類として、比較回路9の比較レベルの切換えを2通りとしたが、これに限定されるものではなく、複数のカウンタ出力により複数の比較レベルを切換えても同様の効果を得ることができる。更に、このカウンタ回路19はマイコン等でも良く、マイ

コン内のカウンタ手段、あるいは、一連のシーケンス終了後に切換え信号を出力しても、同様の効果を得ることができる。

【0131】以上の第4乃至第6の実施例によれば、電源交換時、及びDC/DCコンバータ起動後、出力電圧 V_{out} が安定するまでの間、DC/DCコンバータのスイッチングトランジスタ5のオン、オフする周波数、あるいは、オンさせておく最大デューティ、あるいは、コイル電流に相当した電圧と出力電圧 V_{out} に 관련된 電圧の比較レベルを切替えるという構成にしている為、突入電流を制限することができ、素子の破壊や劣化を防ぐと共に、低電圧でも所定の出力電圧 V_{out} にて充分な出力電流がとれ、且つ、出力負荷電流が大きく変化しても出力電圧 V_{out} があまり変化しない、すなわちレギュレート特性の良いDC/DCコンバータとすることができ

る。

【0132】(第7の実施例)図16は本発明の第7の実施例におけるDC/DCコンバータの概略構成を示すブロック図であり、図1と同じ機能を持つ部分は同一符号を付と共に、その詳細は省略する。

【0133】図16において、17はスイッチングトランジスタ5を流れる電流を電流検出用抵抗6からの出力により判定し、これが所定の最大電流を超えたか否かを検出する最大電流検出回路、18は前記最大電流検出回路17によりスイッチングトランジスタ5を流れる電流が最大電流を超えた事が検出された際に、たとえ駆動回路16からの出力によりスイッチングトランジスタ5をオンさせようとしても強制的にこれをオフにする為のANDゲートである。

【0134】この様に構成されたDC/DCコンバータの動作を、図17及び図18のタイミングチャートを用いて説明する。

【0135】初めに、電源電圧 V_{BAT} が比較的高い場合について、図17のタイミングチャートにて説明する。

【0136】まず、DC/DCコンバータ起動用の操作スイッチ12がオンされると、信号aがハイレベルからロウレベルへと変化する。これにより、制御回路11より発振開始信号が発振回路13に送られ、発振回路13は発振を開始する(信号b)。このクロック信号bを入力する周波数切換え回路14はこれを所定の周波数に分解し、最大デューティ設定回路15に送る。最大デューティ設定回路15はこれに基づいてスイッチングトランジスタ5のオン期間、オフ期間の最大デューティを設定し、信号dとして駆動回路16に送る。すると、駆動回路16は信号gを出力してスイッチングトランジスタ5を駆動する。

【0137】一方、DC/DCコンバータ起動前は、スイッチングトランジスタ5がオフしており、電池1、コイル2、ダイオード3、フィルタ回路7を介してある電圧が出力電圧 V_{out} として出力されている。この出力電

圧 V_{out} は出力電圧検出回路8にて検出され、該出力電圧 V_{out} に 관련된 電圧(V_{out} が低い程に高くなり、該高い程低くなる電圧)として出力される。比較回路9はこの値とコイル電流に相当した電流値を電流検出用抵抗6にて電圧値に変換した値と比較する。

【0138】ここで、DC/DCコンバータが起動されるとスイッチングトランジスタ5はオンし、上記(1)式で示される式に概略そって突入電流が流れる。

【0139】図17では電源電圧 V_{BAT} は比較的高くなっており、電流、すなわち電圧eの傾きが急峻になっており、所定の最大オン期間では突入電流Iは大きくなりすぎて(図17の信号e参照)、コイル2が磁気飽和を起し、電源ショート状態となり、スイッチングトランジスタ5の最大定格を超えて素子の劣化あるいは破壊の可能性が生じる。

【0140】そこで、この電流を最大電流検出回路17は検出し、コイル2が磁気飽和を起さない、つまりスイッチングトランジスタ5の最大定格内の最大電流と比較する。もし、この最大電流を超えると、該最大電流検出回路17はロウレベルの出力信号hをANDゲート18に出力する。よって、たとえスイッチングトランジスタ5のオン期間であっても強制的にオフにすることになり、突入電流が最大電流を超えることはなくなる。

【0141】上記最大電流検出回路17、あるいは駆動回路16からのオフ信号d'によりスイッチングトランジスタ5がオフされると、コイル2は電流を流そうと働き、ダイオード3を介してコンデンサ4側に電流が流れる。すると、出力電圧 V_{out} は若干上昇する。

【0142】そして、次のオン期間になるとスイッチングトランジスタ5は再びオンし、以下同様の動作を繰返す。

【0143】上記動作が何度か繰返されると、出力電圧 V_{out} は徐々に上昇していく(図17参照)。出力電圧検出回路8は前述した様にこの電圧を検出し、これに応じた電圧を出力しており、比較回路9はこの値と上記(1)式で求められる電流に相当した電圧eとを比較する。ここで、前記出力電圧検出回路8は出力電圧 V_{out} が前回よりも高くなっている為、前回よりも低い電圧を出力しており、従って、比較回路9はより低い電圧値、つまりより低い電流値にて比較信号を出力するようになる。そして、上記(1)式のコイル電流よりも小さくなっていく。すると、今までは最大電流検出回路17の出力は変化しなくなる為に比較回路9の出力信号fにより、たとえ最大デューティ期間内であっても駆動回路9はスイッチングトランジスタ5をオフにするようになる。

【0144】この動作は出力電圧 V_{out} が目標とする所定電圧になるまで続くと共に、安定後も出力電流に相当した電流を毎回供給するように動作する。

【0145】この実施例におけるDC/DCコンバータ

は以上の様に動作し、電源電圧 V_{BAT} が高い場合でも、突入電流を抑えることができ、素子の劣化や破壊を防ぐことができる。また、電源電圧 V_{BAT} が高いので、突入電流が抑えられていても十分な出力電圧、出力電流をとることができる。

【0146】次に、電源電圧 V_{BAT} が低い場合について、図18のタイミングチャートにて説明する。

【0147】まず、DC/DCコンバータ起動用の操作スイッチ12がオンされると、信号aがハイレベルからロウレベルへと変化する。これにより、制御回路11より発振開始信号が発振回路13に送られ、発振回路13は発振を開始する(信号b)。このクロック信号bを入力する周波数切換え回路14はこれを所定の周波数に分周し、最大デューティ設定回路15に送る。最大デューティ設定回路15はこれに基づいてスイッチングトランジスタ5のオン期間、オフ期間の最大デューティを設定し、信号dとして駆動回路16に送る。すると、駆動回路16は信号gを出力してスイッチングトランジスタ5を駆動する。

【0148】一方、DC/DCコンバータ起動前は、スイッチングトランジスタ5がオフしており、電池1、コイル2、ダイオード3、フィルタ回路7を介してある電圧が出力電圧 V_{OUT} として出力されている。この出力電圧 V_{OUT} は出力電圧検出回路8にて検出され、該出力電圧 V_{OUT} に関連した電圧として出力される。比較回路9はこの値とコイル電流に相当した電流値を電流検出用抵抗6にて電圧値に変換した値と比較する。

【0149】DC/DCコンバータが起動されるとスイッチングトランジスタ5はオンし、上記(1)式で示される式に概略そって突入電流が流れる。

【0150】図18では電源電圧 V_{BAT} は比較的低いので、図17の場合よりも突入電流Iの傾きは緩やかになっている。すなわち、電圧eの傾きも緩やかになっている。この例では、所定の最大オン期間では最大電流検出回路17にて設定されている最大電流よりも小さくなっており、信号hはハイレベルのままになっている。従って、この突入電流にて素子の劣化や破壊等を招く事はない。また、出力としては電源電圧 V_{BAT} が低くなっている分、 t_{ON} が長くなり、突入電流を大きくしようとするので、十分な出力電圧にて十分な出力電流を得ることが可能となる。

【0151】駆動回路16からのオフ信号d'によりスイッチングトランジスタ5がオフされると、コイル2は電流を流そうと働き、ダイオード3を介してコンデンサ4側に電流が流れる。すると、出力電圧 V_{OUT} は若干上昇する。

【0152】そして、次のオン期間になるとスイッチングトランジスタ5は再びオンし、以下同様の動作を繰り返す。

【0153】上記動作が何度か繰返されると、出力電圧

V_{OUT} は徐々に上昇していく(図18参照)。出力電圧検出回路8は前述した様にこの電圧を検出し、これに応じた電圧を出力しており、比較回路9はこの値と上記

(1)式で求められる電流に相当した電圧eとを比較する。ここで、前記出力電圧検出回路8は出力電圧 V_{OUT} が前回よりも高くなっている為、前回よりも低い電圧を出力しており、従って、比較回路9はより低い電圧値、つまりより低い電流値にて比較信号を出力するようになる。そして、前記最大電流検出回路17の最大電流よりも小さくなっていく。すると、同様に比較回路9の出力信号fにより、駆動回路9はスイッチングトランジスタ5をオフにする。この動作は出力電圧が目標とする所定電圧になるまで続けると共に、安定後も出力電流に相当した電流を毎回供給するように動作する。

【0154】以上の様に、電源電圧が高い場合も低い場合も、最大突入電流以上、電流を流さないようにするので、素子の破壊や劣化等の心配はなくなる。また、電源電圧 V_{BAT} が低くなると、最大オン時間まで t_{ON} が長くなる為、十分な出力電圧、出力電流を得ることができる。

【0155】尚、この実施例においても、コイルを用いたDC/DCコンバータについて説明したが、これをトランス型DC/DCコンバータとしても同様の効果を得ることができる。

【0156】また、昇圧型、降圧型コンバータの何れにも適用可能である。

【0157】さらに、最大電流検出回路17によって判定される電流検出方式は、上記の実施例に限定されるものではない。例えば、トランス型DC/DCコンバータにおいて、電流検出巻線を用いてコイルに流れる電流を検出しても、あるいは、非接触タイプのコイル電流を直接検出できる素子を用いても、同様の効果を得ることができる。

【0158】上記の第7の実施例によれば、電源交換時、あるいはDC/DCコンバータ起動時に突入電流を検出し、これが所定電流以上になった時は、DC/DCコンバータのスイッチングトランジスタを強制的にオフするようにしている為、突入電流による素子の劣化や破壊を防ぐことができ、且つ、低電圧でも所定の出力電圧、出力電流を得ることができる。

【0159】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、出力電圧検出手段にて検出された電圧を所定電圧になるようにスイッチング手段を駆動する制御手段内に、電源電圧を検出する電源電圧検出手段と、該電源電圧検出手段にて検出された電源電圧に基づいてスイッチング手段のオン、オフの周波数を変える周波数切換手段とを設け、また、電源電圧を検出する電源電圧検出手段と、該電源電圧検出手段にて検出された電源電圧に基づいてスイッチング手段のオン、オフの最大デューティを変える

最大デューティ設定手段とを設け、また、電源電圧を検出する電源電圧検出手段と、該電源電圧検出手段の出力に基づいて前記出力電圧検出手段にて検出される出力電圧に相関した電圧に補正をかけ、この補正された電圧と前記コイル電流に相当した電圧に応じて前記スイッチング手段を制御するスイッチング制御手段とを設け、DC/DCコンバータの動作開始時の電源電圧に基づいて、スイッチング手段のオン、オフ、つまりDC/DCコンバータのオン、オフの周波数、あるいは、オンさせておく最大デューティを切り換えたり、出力電圧に相関した電圧に補正をかけるようにしている。

【0160】また、本発明によれば、出力電圧検出手段にて検出された電圧を所定電圧になるようにスイッチング手段を駆動する制御手段内に、このDC/DCコンバータの動作開始に連動して計時動作を開始するカウント手段と、該カウント手段の出力に応じて前記スイッチング手段のオン、オフの周波数を変える周波数切換手段とを設け、また、このDC/DCコンバータの動作開始に連動して計時動作を開始するカウント手段と、該カウント手段の出力に応じて前記スイッチング手段のオン、オフの最大デューティを変える最大デューティ設定手段とを設け、また、このDC/DCコンバータの動作開始に連動して計時動作を開始するカウント手段と、該カウント手段の出力に応じて前記出力電圧検出手段にて検出される出力電圧に相関した電圧に補正をかけ、この補正された電圧と前記コイル電流に相当した電圧に応じて前記スイッチング手段を制御するスイッチング制御手段とを設け、例えばDC/DCコンバータの動作開始の後、出力電圧が安定するまでの間をカウントするカウント手段の出力に基づいて、スイッチング手段のオン、オフ、つまりDC/DCコンバータのオン、オフの周波数、あるいは、オンさせておく最大デューティを切り換えたり、出力電圧に相関した電圧に補正をかけるようにしている。

【0161】また、本発明によれば、コイル電流に相関する電流を検出する電流検出手段と、該電流検出手段からの出力が所定の電流値より大きいことを検知する検知手段と、該検知手段による検知により、スイッチング手段を強制的にオフにするスイッチング制御手段とを設け、コイルへ流れる電流に相関する電流が所定の電流値を超える場合は、スイッチング手段を強制的にオフにするようにしている。

【0162】よって、所定の出力電圧や出力電流を確保しつつ、スイッチング手段の破壊や劣化を防ぐことが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施例におけるDC/DCコンバータの概略構成を示すブロック図である。

【図2】図1のDC/DCコンバータにおいて電源電圧が高い場合の各部のタイミングチャートである。

【図3】図1のDC/DCコンバータにおいて電源電圧が低い場合の各部のタイミングチャートである。

【図4】本発明の第2の実施例におけるDC/DCコンバータの概略構成を示すブロック図である。

【図5】図4のDC/DCコンバータにおいて電源電圧が高い場合の各部のタイミングチャートである。

【図6】図4のDC/DCコンバータにおいて電源電圧が低い場合の各部のタイミングチャートである。

【図7】本発明の第3の実施例におけるDC/DCコンバータの概略構成を示すブロック図である。

【図8】図7のDC/DCコンバータにおいて電源電圧が高い場合の各部のタイミングチャートである。

【図9】図7のDC/DCコンバータにおいて電源電圧が低い場合の各部のタイミングチャートである。

【図10】本発明の第4の実施例におけるDC/DCコンバータの概略構成を示すブロック図である。

【図11】図10のDC/DCコンバータにおける各部のタイミングチャートである。

【図12】本発明の第5の実施例におけるDC/DCコンバータの概略構成を示すブロック図である。

【図13】図12のDC/DCコンバータにおける各部のタイミングチャートである。

【図14】本発明の第6の実施例におけるDC/DCコンバータの概略構成を示すブロック図である。

【図15】図14のDC/DCコンバータにおける各部のタイミングチャートである。

【図16】本発明の第7の実施例におけるDC/DCコンバータの概略構成を示すブロック図である。

【図17】図16のDC/DCコンバータにおいて電源電圧が高い場合の各部のタイミングチャートである。

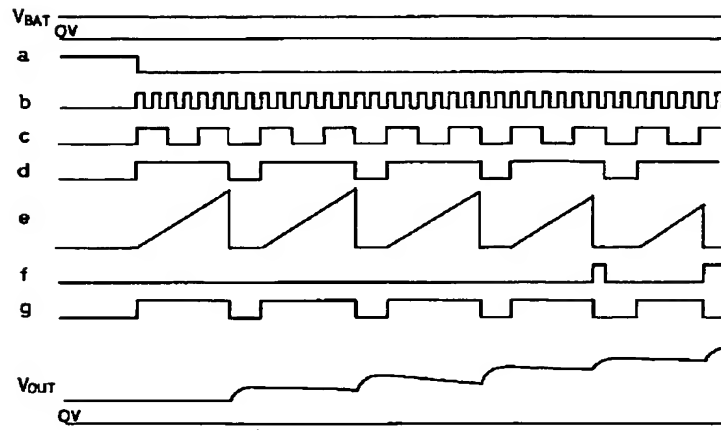
【図18】図16のDC/DCコンバータにおいて電源電圧が低い場合の各部のタイミングチャートである。

【図19】従来のDC/DCコンバータの概略構成を示すブロック図である。

【符号の説明】

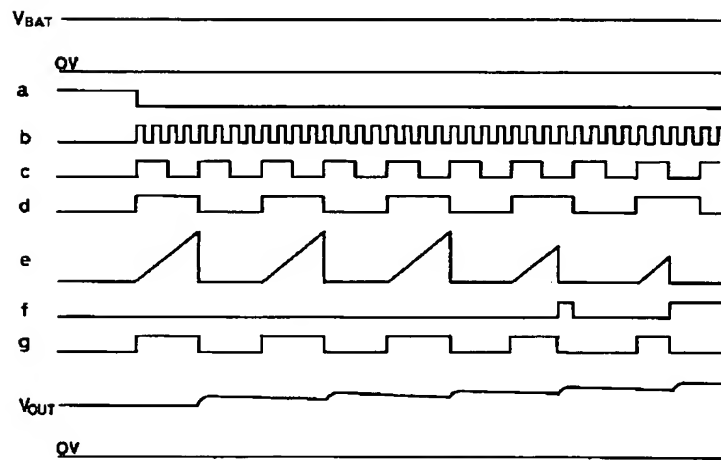
- | | |
|----|-------------------------|
| 1 | 電池 |
| 2 | コイル |
| 4 | コンデンサ (蓄積手段) |
| 5 | スイッチングトランジスタ (スイッチング手段) |
| 8 | 出力電圧検出回路 |
| 9 | 比較回路 |
| 10 | 電源電圧検出回路 |
| 11 | 制御回路 |
| 14 | 周波数切換回路 |
| 15 | 最大デューティ設定回路 |
| 16 | 駆動回路 |
| 17 | 最大電流検出回路 |
| 18 | ANDゲート |
| 19 | カウンタ回路 |

【図 3】



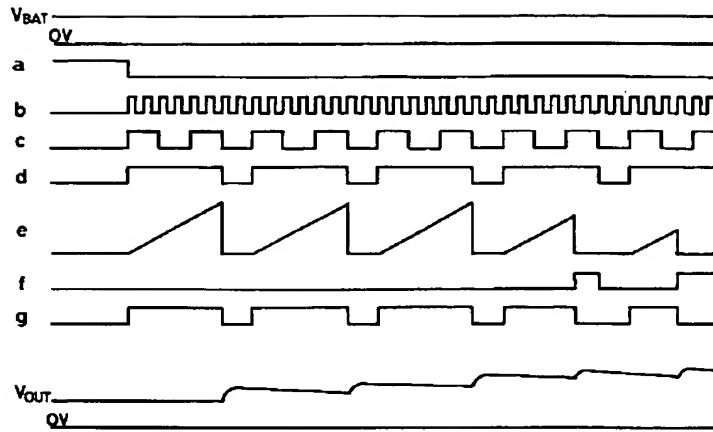
(電源電圧が低い時)

【図 5】



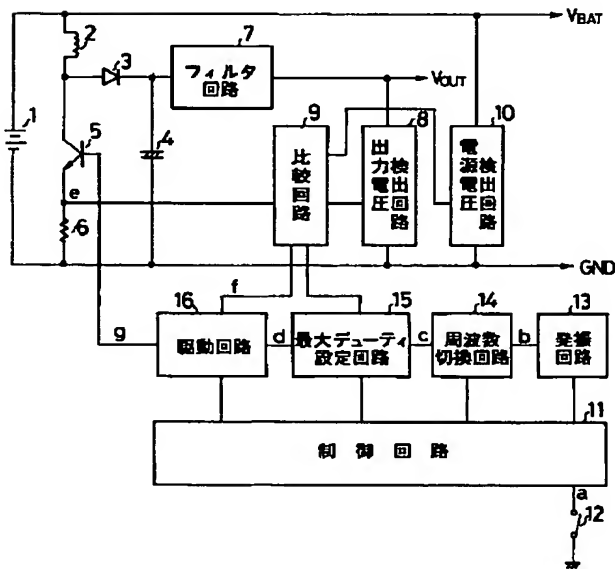
(電源電圧が高い場合)

【図 6】

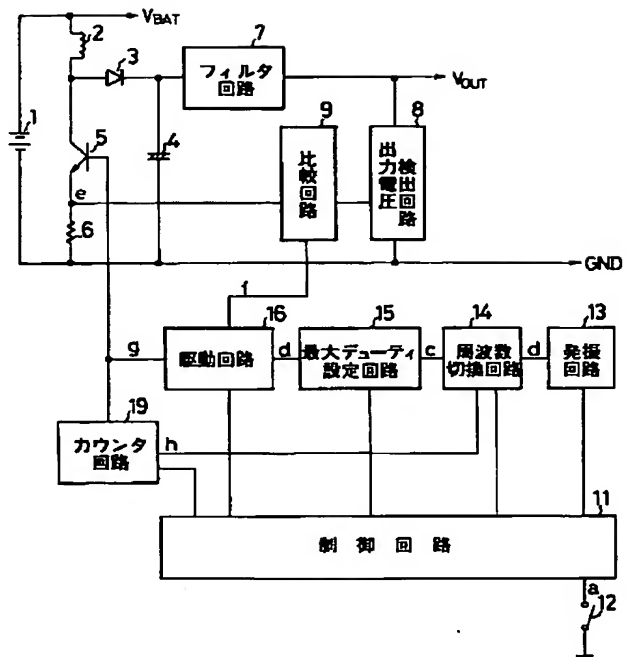


(電源電圧が低い場合)

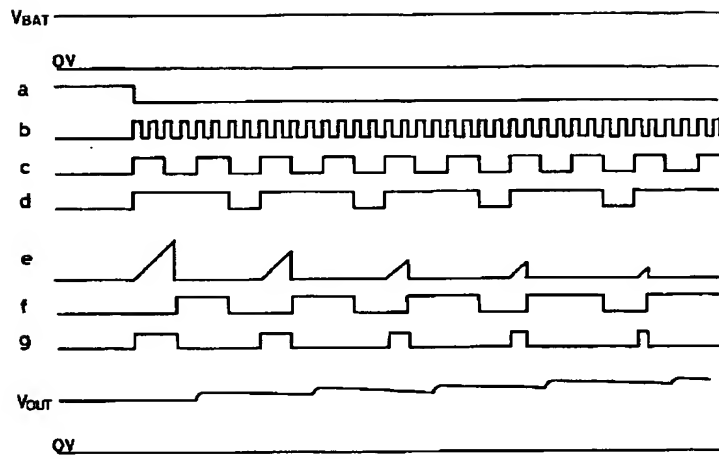
【図 7】



【図 10】

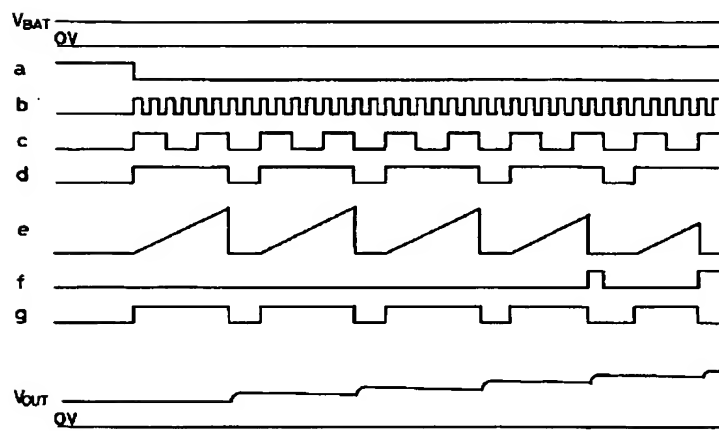


【図 8】



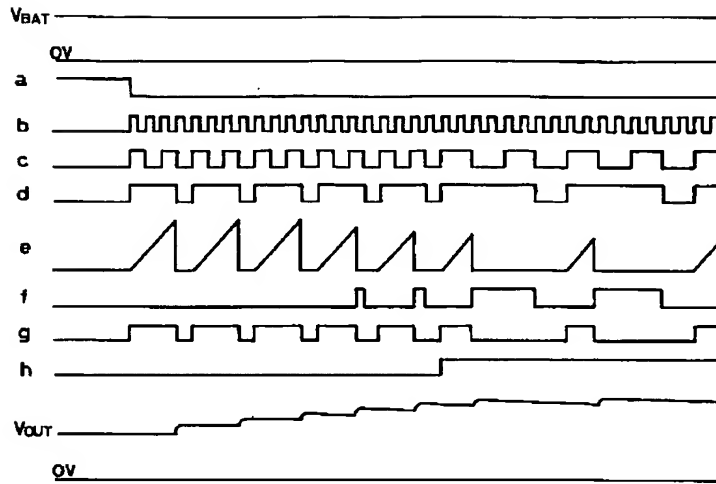
(電源電圧が高い場合)

【図 9】

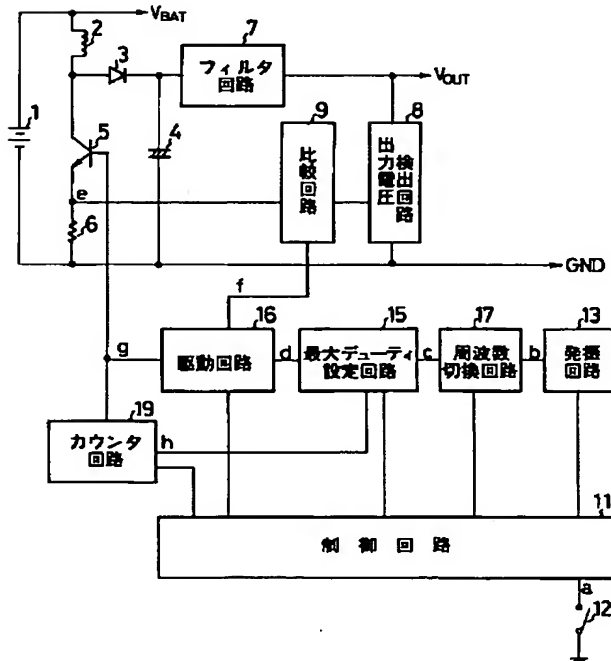


(電源電圧が低い場合)

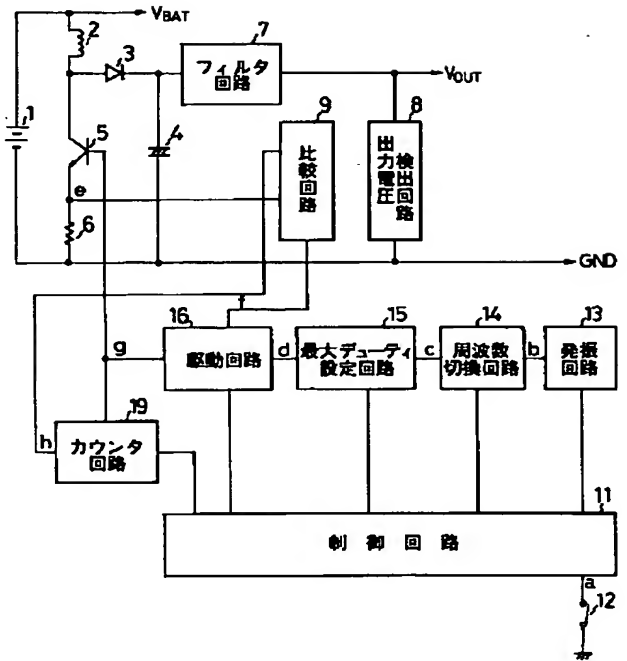
【図11】



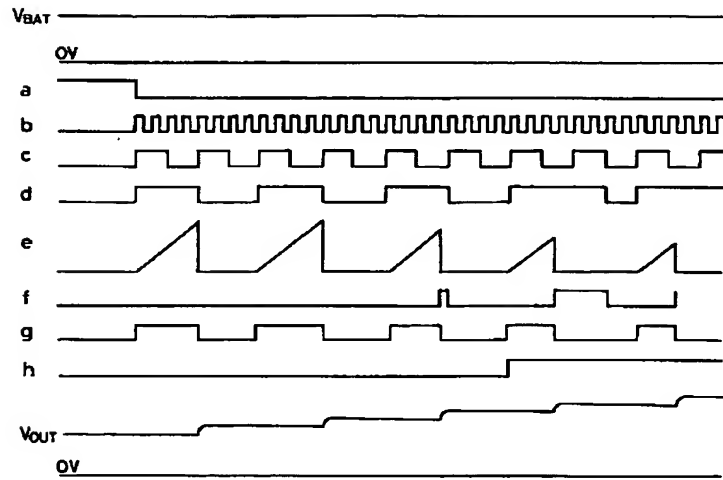
【図12】



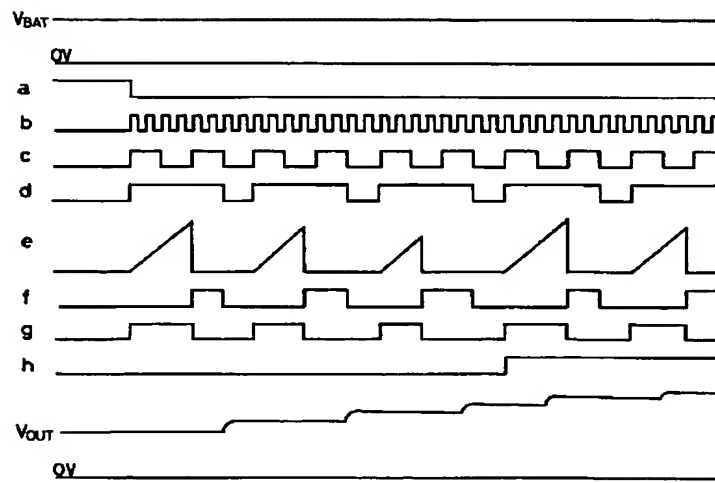
【図14】



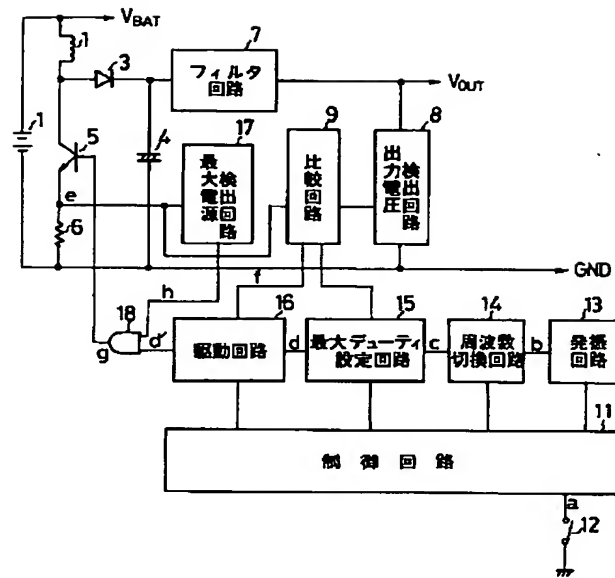
【図13】



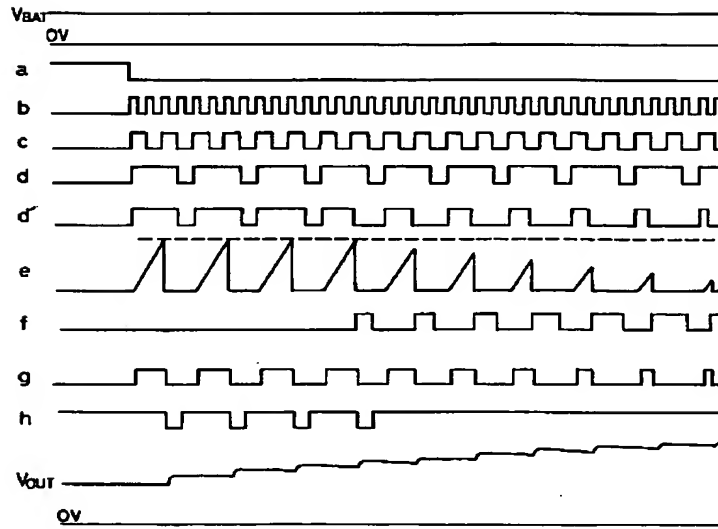
【図15】



【図 16】



【図 17】



(電源電圧が高い場合)

The timing diagram shows the following signals and their behavior:

- VBAT**: Battery voltage, which decreases over time.
- QV**: Discharge current, which is zero until the start of discharge, then ramps up to a peak and then ramps down.
- a**: Discharge current threshold, which is high until the start of discharge, then goes low.
- b**: Discharge current threshold, which is low until the start of discharge, then goes high.
- c**: Discharge current threshold, which is high until the start of discharge, then goes low.
- d**: Discharge current threshold, which is low until the start of discharge, then goes high.
- d'**: Discharge current threshold, which is high until the start of discharge, then goes low.
- e**: Discharge current threshold, which is low until the start of discharge, then goes high.
- f**: Discharge current threshold, which is high until the start of discharge, then goes low.
- g**: Discharge current threshold, which is low until the start of discharge, then goes high.
- h**: Discharge current threshold, which is high until the start of discharge, then goes low.
- VOUT**: Output voltage, which is zero until the start of discharge, then ramps up to a peak and then ramps down.

【図 19】

